

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041831**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.07

(21) Номер заявки
202090010

(22) Дата подачи заявки
2017.07.04

(51) Int. Cl. **B03D 1/14** (2006.01)
B03D 1/02 (2006.01)
B03D 103/02 (2006.01)

(54) **УЗЕЛ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ**

(43) **2020.04.28**

(86) **РСТ/FI2017/050505**

(87) **WO 2019/008217 2019.01.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
**Туоминен Ере, Грау Родриго,
Миетгинен Тату, Мёнкяре Закариа
(FI)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(56) **WO-A1-2009115348
US-A-3032199
US-A-5251764
US-A-5039400**

(57) Предложен узел (10) пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе (1). Узел пенной флотации содержит резервуар (11), источник газа для введения флотационного газа (2) в пульпу для формирования пены (3) и первый желоб (21) для сбора пены, имеющий первую кромку (121a) для перелива пены, обращенную по направлению к центру (111) резервуара (11). Площадь (A) пульпы в узле пенной флотации, измеренная в области (140) перемешивания, составляет не менее 15 м². Узел пенной флотации дополнительно содержит второй желоб (22) для сбора пены, имеющий первую кромку (122a) для перелива пены, обращенную к периметру (110) флотационного резервуара (11), и блокиратор (31) пены, расположенный между первой кромкой (121a) для перелива пены и второй кромкой (122a) для перелива пены. Также предложены линия пенной флотации, ее применение и способ пенной флотации.

B1

041831

041831

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к узлу пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе, и для разделения пульпы на нижний продукт и верхний продукт, к линии пенной флотации, ее применению и к способу пенной флотации.

Сущность изобретения

Узел, выполненный в соответствии с настоящим изобретением, характеризуется тем, что представлено в п.1 формулы изобретения.

Флотационная линия, выполненная в соответствии с настоящим изобретением, характеризуется тем, что представлено в п.26 формулы изобретения.

Применение линии пенной флотации, выполненной в соответствии с настоящим изобретением, характеризуется тем, что представлено в п.29 формулы изобретения.

Способ пенной флотации, выполненный в соответствии с настоящим изобретением, характеризуется тем, что представлено в п.32 формулы изобретения.

Узел пенной флотации предназначен для извлечения частиц руды, содержащей ценный металл, из частиц руды, взвешенных в пульпе, и для разделения пульпы на нижний продукт и верхний продукт. Узел пенной флотации содержит резервуар с центром и периметром, источник газа для введения флотационного газа в пульпу для формирования пены и первый желоб для сбора пены, содержащий первую кромку для перелива пены, обращенную к центру резервуара. Площадь пульпы в узле пенной флотации, измеренная в области перемешивания, составляет не менее 15 м². Узел пенной флотации отличается тем, что он дополнительно содержит второй желоб для сбора пены, расположенный внутри первого желоба для сбора пены, причем второй желоб для сбора пены содержит первую кромку для перелива пены, обращенную к периметру флотационного резервуара. Узел пенной флотации также содержит блокиратор пены, расположенный между первой кромкой для перелива пены и второй кромкой для перелива пены.

Флотационная линия, выполненная в соответствии с настоящим изобретением, содержит по меньшей мере один узел пенной флотации, выполненный в соответствии с настоящим изобретением.

Применение линии пенной флотации, выполненной в соответствии с настоящим изобретением, предназначено для извлечения частиц минеральной руды, содержащих требуемый минерал.

Способ пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе, включает разделение пульпы на нижний продукт и верхний продукт в узле пенной флотации, выполненной в соответствии с настоящим изобретением. Способ отличается тем, что открытую пенную поверхность флотационного резервуара разделяют на две части с помощью блокиратора пены, расположенного между первой кромкой для перелива пены первого желоба для сбора пены и первой кромкой для перелива пены второго желоба для сбора пены.

Используя описанное в настоящем документе изобретение, можно направлять так называемую "хрупкую пену", т.е. слабо текстурированный пенный слой, содержащий обычно более крупные пузырьки флотационного газа, агломерированные с предназначенными для извлечения частицами минеральной руды, более эффективно и надежно в направлении кромки для перелива пены и желоба для сбора пены. Хрупкая пена может легко разрушаться, так как агломераты из газовых пузырьков и частиц руды менее устойчивы и имеют пониженную прочность на разрыв. Такая пена или такой пенный слой не могут легко выдерживать транспортировку частиц руды и особенно более крупных частиц в направлении кромки для перелива пены для сбора в желобе, что приводит к возврату частиц назад в пульпу или суспензию во флотационной камере или в резервуаре и к уменьшению извлечения требуемого материала. Хрупкая пена обычно связана с низкой минерализацией, т.е. агломераты из газовых пузырьков и частиц руды имеют ограниченное количество частиц руды, содержащих требуемый минерал, который был бы способен прикрепиться к пузырькам газа во время процесса флотации внутри флотационной камеры или резервуара. Эта проблема особенно выражена во флотационных камерах большого размера или в резервуарах большого объема и/или большого диаметра. Имея в распоряжении настоящее изобретение, можно скапливать и направлять пену к кромке для перелива пены, чтобы уменьшать расстояние транспортировки пены (уменьшая, тем самым, риск возврата) и в то же время поддерживать или даже уменьшать длину переливной кромки. Другими словами, обработка и направление слоя пены в камере или в резервуаре пенной флотации могут стать более эффективными и простыми.

Также может быть возможно улучшить извлечение пены и, таким образом, извлечение ценных минеральных частиц в больших флотационных камерах или в резервуарах из хрупкой пены, в частности, на более поздних стадиях процесса флотации во флотационной линии, например на стадиях грубой и/или перечистой флотации.

Кроме того, с помощью изобретения, описанного в настоящем документе, площадь пены на поверхности пульпы внутри флотационного резервуара может быть уменьшена надежным и простым механическим способом. В то же время общая длина переливной кромки в узле пенной флотации может быть уменьшена. Надежность в этом случае следует понимать как структурную простоту и долговечность. Путем уменьшения площади поверхности пены флотационного узла с помощью блокиратора пены, вместо добавления дополнительных желобов для сбора пены, узел пенной флотации в целом может быть более простой конструкцией, например, потому что нет необходимости направлять собранную пену

и/или верхний продукт из добавленного блокиратора. В противоположность этому, из дополнительного желоба собранный верхний продукт должен был бы быть выведен, что увеличило бы число конструктивных частей флотационного узла.

В особенности на нижнем конце флотационной линии количество требуемого материала, который может быть захвачен в пену, находящуюся в пульпе, может быть очень низким. Для того чтобы собрать этот материал из слоя пены в желоб для сбора пены, площадь поверхности пены должна быть уменьшена. При расположении блокиратора пены между первой кромкой для перелива пены и второй кромкой для перелива пены подвижным образом можно контролировать открытую пенную поверхность между кромками для перелива пены. Блокиратор может быть использован для ориентирования или направления восходящего потока пульпы внутри флотационного резервуара ближе к кромке для перелива пены желоба для сбора пены, обеспечивая или ослабляя, тем самым, образование пены очень близко к кромке для перелива пены, что может увеличить сбор ценных частиц руды. Блокиратор пены может также влиять на общую конвергенцию пузырьков флотационного газа и/или агломератов из газовых пузырьков и частиц руды в слой пены. Например, если поток пузырьков газа и/или поток агломератов из газовых пузырьков и частиц руды становится направленным к центру флотационного резервуара, то блокиратор пены может быть использован для увеличения площади пены по периметру резервуара и/или ближе к любой требуемой кромке для перелива пены.

С помощью изобретения, описанного в настоящем документе, извлечение требуемых частиц руды при флотации может быть увеличено. Другими словами, частицы руды, содержащие очень небольшие или даже минимальные количества требуемого материала, могут быть извлечены для дальнейшей переработки/обработки. Это может быть особенно полезно для руд низкого качества, т.е. руд с очень небольшим количеством ценного материала на начальном этапе, например, из бедных месторождений полезных ископаемых, которые ранее могли считаться экономически слишком незначительными, чтобы оправдать их использование. Может быть возможным достижение высокого извлечения для всего потока пульпы, проходящего через флотацию. Особенно в нижнем по потоку конце флотационной линии может быть возможно увеличить извлечение частиц руды, содержащих требуемый минерал.

Кроме того, может быть возможно улучшить извлечение более крупных рудных частиц и извлечение ценного минерального материала в ситуациях, когда в процессе флотации минерализация пузырьков флотационного газа по какой-то причине может быть не идеальной.

В этом описании в отношении изобретения используются следующие определения.

Под блокиратором пены в настоящем документе понимается пеноподъемник, дефлектор пены или уплотнительный щит или устройство уплотнительного щита.

Флотация включает явления, связанные с относительной плавучестью объектов. Флотация - это процесс отделения гидрофобных материалов от гидрофильных материалов путем добавления в процесс флотационного газа, например воздуха. Флотация может быть осуществлена на основе естественных гидрофобных/гидрофильных различий или на основе гидрофобных/гидрофильных различий, возникающих при добавлении поверхностно-активного вещества или коллектора. Газ может быть добавлен к сырью, подлежащему флотации (суспензии или пульпе), несколькими различными способами.

По сути, флотация направлена на извлечение концентрата частиц руды, содержащих требуемый минерал. Как правило, требуемый минерал представляет собой ценный минерал. Под концентратом в настоящем документе подразумевается часть пульпы, извлеченная в верхнем продукте или в нижнем продукте, выведенная из флотационной камеры. Под ценным минералом подразумевается любой минерал, металл или другой материал, имеющий коммерческую ценность.

Флотация включает явления, связанные с относительной плавучестью объектов. Термин "флотация" включает в себя все способы флотации. Флотация может быть, например, пенной флотацией, флотацией с растворенным воздухом (DAF) или флотацией с индуцированным газом.

Под флотационной линией в настоящем документе подразумевается сборка, содержащая несколько, по меньшей мере два, флотационных узлов или флотационных камер, которые расположены в проточном сообщении друг с другом, чтобы обеспечивать возможность формирования флотационной линии либо гравитационным, либо прокачиваемым потоком пульпы между флотационными камерами. Устройство предназначено для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе, путем флотации. Таким образом, частицы руды, содержащие ценный металл, или минерал, или любой требуемый минерал, извлекаются из частиц руды, взвешенных в пульпе. Например, требуемый минерал может представлять собой ценный металл, содержащийся в частицах руды. В других случаях требуемый минерал также может представлять собой не имеющую ценности часть пульпы, такую как силикат при обратной флотации железа.

Для запуска процесса флотации пульпу загружают через впускное отверстие в первую флотационную камеру флотационной линии. Флотационное устройство может быть частью большой флотационной установки, содержащей одну или несколько флотационных линий. Поэтому, как известно специалисту в данной области техники, в функциональном соединении с компонентами флотационного устройства может находиться ряд различных устройств для предварительной и последующей обработки.

Под флотационным узлом в настоящем документе понимается часть флотационной линии, содер-

жащая один или несколько флотационных резервуаров. Флотационный резервуар обычно имеет цилиндрическую форму, которая ограничена наружной стенкой или наружными стенками. Флотационные камеры обычно имеют круглое поперечное сечение. Флотационные резервуары также могут иметь многоугольное, например прямоугольное, квадратное, треугольное, шестиугольное или пятиугольное или иное радиально-симметричное, поперечное сечение. Количество флотационных узлов может варьироваться в зависимости от конкретной флотационной линии, и/или от операции по обработке конкретного типа, и/или сорта руды, как известно специалисту в данной области техники.

Узел пенной флотации может содержать резервуар для пенной флотации, такой как резервуар с механическим перемешиванием или камеру этого резервуара, камеру колонной флотации, флотомашину Джеймсона, самоотсасывающийся резервуар или узел двойной флотации. В узле двойной флотации содержится по меньшей мере два отдельных резервуара, первый резервуар высокого давления с механическим перемешиванием с импеллером и с впускным отверстием для флотационного газа, и второй резервуар с выпускным отверстием для хвостов и выпуском для перелива пены, выполненным с возможностью приема перемешанной пульпы из первого резервуара.

В зависимости от своего типа, флотационный узел может содержать импеллер для перемешивания пульпы, чтобы удерживать ее во взвешенном состоянии. Под импеллером в настоящем документе подразумевается любое подходящее средство для перемешивания пульпы во флотационной камере. Импеллер может представлять собой механическую мешалку. Механическая мешалка может содержать ротор-статор с двигателем и приводным валом, причем конструкция ротор-статор расположена в нижней части флотационной камеры. Камера может иметь вспомогательные мешалки, расположенные выше в вертикальном направлении камеры, чтобы обеспечивать достаточно сильный и непрерывный восходящий поток пульпы. Импеллер может содержать, например, мешалку насосного типа "Wemco", которая одновременно выполняет функцию подачи газа в резервуар, втягивая воздух с поверхности пульпы в резервуаре посредством силы вращения насоса и подавая этот воздух в пульпу, находящуюся внутри резервуара, или любое подобное устройство в самоотсасывающемся или в самоаэрируемом флотационном узле или флотационном резервуаре.

Под верхним продуктом (переливом) в настоящем документе подразумевается та часть пульпы, которая собирается в желоб флотационного узла и, таким образом, покидает флотационную камеру. Верхний продукт может содержать пену, пену и пульпу или в некоторых случаях только или по большей части пульпу. В некоторых вариантах выполнения верхний продукт может представлять собой принимаемый поток, содержащий частицы ценного материала, собранные из пульпы. В других вариантах выполнения верхний продукт может представлять собой отклоняемый поток. Это тот случай, когда процесс флотации используется в обратной флотации.

Под нижним продуктом в настоящем документе понимается фракция или часть пульпы, которая в процессе флотации не всплывает на поверхность пульпы. В некоторых вариантах выполнения нижний продукт может представлять собой отклоняемый поток, выходящий из флотационного узла через выпускное отверстие, которое обычно расположено в нижней части флотационного резервуара. В конце концов отклоняемый поток из последнего флотационного узла флотационной линии или флотационной установки может покинуть все устройство в виде потока хвостов или конечного остатка.

В некоторых вариантах выполнения нижний продукт может быть принимаемым потоком, содержащим ценные минеральные частицы. Это тот случай, когда флотационное устройство, установка и/или способ используются в обратной флотации. Например, при обратной флотации железа (Fe) силикаты всплывают и собираются из пенного слоя, в то время как требуемый концентрат (Fe) собирается из нижнего продукта или потока хвостов. Чтобы достичь в концентрате Fe содержания силиката менее 1,5 мас.%, последними флотационными камерами или стадиями флотации такого процесса обратной флотации может быть сложно управлять оптимальным образом из-за малого количества пены, хрупкой пены и/или низкой минерализации пены. С помощью изобретения, описанного в настоящем документе, эта проблема может быть устранена.

Под нисходящим потоком в настоящем документе подразумевается направление, параллельное потоку пульпы (прямой ток, обозначенный на чертежах стрелками), а под восходящим потоком в настоящем документе подразумевается направление противотока по потоку или против потока пульпы.

Под площадью пульпы в настоящем документе подразумевается эффективная открытая площадь флотационного резервуара, доступная для образования пены, измеренная во флотационном резервуаре на высоте области перемешивания, т.е. часть или площадь флотационного резервуара в вертикальном направлении, где пульпа перемешивается или иным образом вызывается перемешивание частиц руды, взвешенных в пульпе, с пузырьками флотационного газа. В зависимости от типа флотационного узла и/или флотационного резервуара, эта область перемешивания является переменной.

Например, во флотационном узле или во флотационном резервуаре, содержащем ротор, область перемешивания определяется как средняя площадь поперечного сечения резервуара на высоте ротора. Например, во флотационном узле, в котором подача газа в пульпу осуществляется в резервуар для предварительной обработки перед подачей пульпы во флотационный резервуар, т.е. в резервуаре двойной флотации, область перемешивания представляет собой площадь поперечного сечения на высоте впускного

отверстия для пульпы. Например, во флотационном резервуаре, в который газ подается через распределители (т.е. в камере колонной флотации), область перемешивания определяется как площадь поперечного сечения резервуара на высоте распределителя.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации второй желоб для пенной флотации содержит вторую переливную кромку, обращенную к центру резервуара.

Путем размещения желоба для сбора пены также на другой стороне блокиратора пены этот один желоб может быть использован для сбора верхнего продукта с двух сторон, т.е. желоб имеет две переливные кромки, причем одна из них обращена к блокиратору пены, а другая - к центру флотационного резервуара. Этот тип надежной конструкции является преимущественным, поскольку для двух переливных кромок должен быть установлен только один сборный трубопровод. Кроме того, хрупкая пена может более эффективно направляться и уплотняться в направлении желоба для сбора пены с обеих сторон блокиратора пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации второй блокиратор пены расположен внутри второй кромки.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации первый желоб для сбора пены содержит вторую переливную кромку, обращенную к периметру резервуара.

В еще одном варианте выполнения узла пенной флотации резервуар также содержит третий желоб для сбора пены, содержащий первую кромку для перелива пены, обращенную к центру резервуара, и расположенный по периметру резервуара, причем первый желоб для сбора пены содержит вторую переливную кромку, обращенную к периметру резервуара, и при этом третий блокиратор пены расположен между первой кромкой для перелива пены третьего желоба и второй кромкой для перелива пены первого желоба для сбора пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации первый желоб для сбора пены расположен по периметру резервуара.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации площадь пульпы включает объединенную площадь открытых поверхностей пены, образованных между любыми двумя кромками для перелива пены и/или внутри кромки для перелива пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации открытая поверхность пены с помощью блокиратора пены может быть разделена на две части, - одну часть открытой поверхности пены со стороны первой кромки для перелива пены и одну часть открытой поверхности пены со стороны второй кромки для перелива пены, так что две части открытой поверхности пены полностью разделены блокиратором или так, что две части открытой поверхности пены частично разделены и имеют проточное сообщение.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации поперечное сечение блокиратора пены в радиальном направлении резервуара представляет собой функциональный треугольник. Функциональный треугольник содержит первую вершину, направленную ко дну резервуара, вторую вершину и третью вершину, так что образуются верхняя сторона, проведенная из второй вершины к третьей вершине и радиально в плоскости с горизонтальной линией, проведенной через центр резервуара, первая сторона, проведенная из первой вершины ко второй вершине и обращенная к кромке для перелива пены вблизи второй вершины, и вторая сторона, проведенная из первой вершины к третьей вершине и обращенная к кромке для перелива пены вблизи третьей вершины.

Путем формирования блокиратора пены вышеупомянутым образом пенную нагрузку на каждой стороне блокиратора пены можно легко и просто компенсировать и контролировать, и, тем самым, на направление и/или уплотнение пены, особенно хрупкой пены, можно эффективно влиять по обе стороны блокиратора.

Под функциональным треугольником в настоящем документе подразумевается, что блокиратор пены может иметь поперечное сечение по существу треугольной формы. Однако наружные кромки блокиратора пены могут быть не совсем ровными или прямыми. Из-за, например, производственных факторов форма может быть более органичной, края могут быть волнистыми, комковатыми или другим образом неровными. Это, однако, не влияет на функциональность блокиратора пены, поскольку его основная форма, как описано в настоящем документе, представляет собой треугольник с тремя различными сторонами и тремя вершинами в точках, где соединяются любые две стороны. Функциональный треугольник и его части, как описано ниже, используются в настоящем документе для описания основной формы блокиратора пены.

Под пенной нагрузкой в настоящем документе подразумевается количество пены в открытой площади поверхности за любой заданный период времени.

Этот тип формы или конструкции позволяет надежно использовать блокиратор пены для разделения, направления и уравнивания пены и пульпы на две открытые площади или поверхности пены с обеих сторон блокиратора пены.

В еще одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены имеет такую форму, которая позволяет компенсировать пенную нагрузку между открытой пенной поверхностью на первой стороне функционального треугольника и открытой пенной поверхностью на второй стороне функционального треугольника.

В еще одном варианте выполнения узла пенной флотации первый угол, образованный между вертикальной линией, проведенной из первой вершины к верхней стороне функционального треугольника, и первой стороной составляет от 0 до 30°.

В еще одном варианте выполнения узла пенной флотации второй угол между вертикальной линией функционального треугольника и второй стороной составляет от 20 до 45°.

В еще одном варианте выполнения узла пенной флотации функциональный треугольник представляет собой разносторонний треугольник, в котором второй угол по меньшей мере на 5°, предпочтительно по меньшей мере на 10° больше первого угла.

Под разносторонним в настоящем документе подразумевается, что две стороны треугольника могут быть неравными по длине, т.е. функциональный треугольник может иметь неравные стороны.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации площадь открытой поверхности пены выполнена с возможностью изменения таким образом, что изменяется соотношение между двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации соотношение между двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, можно изменять путем изменения вертикального положения блокиратора пены относительно высоты кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены и/или путем перемещения положения первой вершины функционального треугольника относительно кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации соотношение между двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, можно изменять путем перемещения блокиратора пены вертикально относительно высоты первой кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены и/или путем перемещения положения первой вершины функционального треугольника относительно центра резервуара.

При перемещении только блокиратора пены может быть сохранена простота конструкции. Если бы надо было перемещать желоб для сбора пены, то управление этим движением необходимо было бы выполнять чрезвычайно осторожно и точно, так как это влияет на высоту пенного слоя. Если кромка окажется наклоненной или отклонится от горизонтали, то возникнут проблемы при сборе пены в желоба. Очевидно, что блокиратор пены также должен быть расположен точно, но даже если блокиратор пены несколько отклонится от горизонтали, то это не будет неблагоприятно сказываться на высоте пенного слоя.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации соотношение между двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, можно изменять, перемещая блокиратор пены вертикально по отношению к высоте первой кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены.

Относительное положение нижней части блокиратора пены, т.е. первой вершины функционального треугольника, может повлиять на образование пены, в особенности на количество воздуха или другого флотационного газа, направляемого в пенный слой, и, тем самым, на объем пены. Таким образом, различные открытые поверхности и части поверхности пены могут быть сбалансированы, а выход ценного материала, содержащего частицы, в верхний продукт увеличен. Кроме того, уплотнение и/или направление пены, в особенности хрупкой пены, может быть более эффективным и простым. Кроме того, благодаря тому, что блокиратор пены выполнен с возможностью перемещения, вместо того, чтобы перемещать кромку или кромки для перелива пены, вся конструкция может стать более надежной и более легкой в управлении. Перемещение блокиратора пены является не столь критичным для управления процессом флотации, как перемещение кромки для перелива пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации открытая поверхность пены может быть разделена на две части с помощью блокиратора пены: одну часть открытой поверхности пены со стороны первой кромки для перелива пены и одну часть открытой поверхности пены со стороны второй кромки для перелива пены, так что две части открытой поверхности пены частично разделены и имеют проточное сообщение.

Благодаря тому, что части открытой поверхности пены имеют проточное сообщение, конструкция и использование узла пенной флотации может быть еще больше упрощена, что приводит к еще более надежной конструкции. В том случае, если блокиратор пены не может идеально сбалансировать слои пены с обеих сторон блокиратора пены, проточное сообщение обеспечивает балансировку.

В частности, благодаря выполнению блокиратора пены с возможностью перемещения в вертикальном направлении может быть гарантировано, что движения пены будут одинаковыми во всей открытой площади пены. Конструкция такого типа является еще более надежной и может дополнительно улучшить балансировку пены в пределах и внутри отдельных поверхностей и/или частей поверхности пены.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены представляет собой непрерывное кольцо.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены содержит отдельные сегменты кольца и места разрыва между сегментами, так что между открытыми пенными поверхностями образуется проточное сообщение.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены представляет собой сегмент

резервуара.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены представляет собой круговой сегмент резервуара.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации блокиратор пены выполнен с возможностью перемещения вдоль поворотной оси, так что положение первой вершины может быть изменено относительно центра резервуара.

В дополнительном варианте выполнения устройства пенной флотации поворотная ось параллельна хорде резервуара.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации источник газа расположен в резервуаре.

Путем расположения источника газа непосредственно во флотационном резервуаре не требуется никаких дополнительных газификационных резервуаров или систем внутри флотационной системы, что делает всю конструкцию более простой и легкой в эксплуатации и обслуживании.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации резервуар содержит перемешивающее устройство.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации перемешивающее устройство содержит источник газа.

В одном варианте выполнения узла пенной флотации площадь пульпы, измеренная в области перемешивания, составляет по меньшей мере 40 м^2 .

В одном варианте выполнения узла пенной флотации расстояние между кромкой для перелива пены и первой стороной блокиратора пены или второй стороной блокиратора пены составляет не более 500 мм, предпочтительно от 100 до 500 мм.

В одном варианте выполнения линии пенной флотации узел пенной флотации расположен в нижнем по потоку конце флотационной линии.

В одном варианте выполнения линии пенной флотации линия содержит по меньшей мере два традиционных флотационных узла и/или по меньшей мере два дополнительных узла пенной флотации, выполненных в соответствии с изобретением, предназначенных для обработки пульпы до ее обработки в узле пенной флотации, выполненном в соответствии с изобретением.

Любой тип флотационного узла или флотационного резервуара может быть использован в качестве традиционного флотационного узла, причем тип может быть выбран в соответствии с конкретными потребностями, установленными типом материала, подлежащего обработке во флотационной линии. Предполагается, что узел или узлы пенной флотации, выполненные в соответствии с изобретением, могут быть включены в существующие флотационные линии в качестве модернизированных решений, чтобы увеличить разнообразие при использовании, а также эффективность сбора требуемого ценного материала флотационной линией. Как правило, на нижнем конце флотационной линии количество частиц руды, содержащих ценный материал, невелико, так как большая часть всплывающего материала уже была захвачена и собрана в верхней части флотационной линии. Путем введения одного или нескольких узлов пенной флотации, выполненных в соответствии с изобретением, в нижний конец такой флотационной линии, с помощью устройства блокировки пены, описанного в настоящем документе, даже небольшое количество может быть эффективно собрано и, таким образом, общая эффективность флотационной линии может быть увеличена. Это может иметь особенное преимущество в процессах, в которых пена или пенный слой является хрупким и/или минерализация низкая.

В одном варианте выполнения применения линии пенной флотации, выполненной в соответствии с изобретением, флотационная линия выполнена с возможностью извлечения частиц минеральной руды, содержащих требуемый минерал, из низкосортной руды.

В еще одном варианте выполнения применения линии пенной флотации, выполненной в соответствии с изобретением, флотационная линия выполнена с возможностью извлечения частиц минеральной руды, содержащих Cu, из низкосортной руды.

Например, при извлечении меди из низкосортных руд, полученных из бедных месторождений минеральной руды, количество меди может составлять всего 0,1% от массы питания, т.е. питания пульпы во флотационное устройство. Флотационное устройство, выполненное в соответствии с изобретением, может быть очень практичным для извлечения меди, поскольку медь представляет собой так называемый легко всплывающий минерал. При использовании флотационной линии, выполненной в соответствии с настоящим изобретением, извлечение таких низких количеств ценного минерала, например меди, может быть эффективно увеличено, причем даже бедные месторождения могут быть эффективно использованы с экономической точки зрения. Поскольку известные богатые месторождения в увеличивающемся количестве уже использованы, существует необходимость в обработке и менее благоприятных месторождений, которые ранее могли остаться необработанными из-за отсутствия подходящей технологии и процессов для извлечения ценного материала, присутствующего в руде в очень низких количествах.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации указанные две части открытой поверхности пены полностью разделены блокиратором пены.

В еще одном варианте выполнения способа пенной флотации указанные две части открытой поверхности пены частично разделены блокиратором пены и имеют проточное сообщение.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации площадь открытой поверхности пены варьируется, так что изменяется соотношение между указанными двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации соотношение между указанными двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, изменяется путем изменения вертикального положения блокиратора пены относительно высоты кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации соотношение между указанными двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, изменяется путем перемещения положения первой вершины функционального треугольника относительно кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации соотношение между указанными двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, изменяется путем перемещения блокиратора пены вертикально по отношению к высоте первой кромки для перелива пены рядом с блокиратором пены.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации соотношение между указанными двумя частями открытой поверхности пены, разделенными блокиратором пены, изменяется путем перемещения положения первой вершины функционального треугольника относительно центра резервуара.

В одном варианте выполнения способа пенной флотации блокиратор пены выполнен с возможностью перемещения вдоль поворотной оси, так что положение первой вершины может быть изменено относительно центра резервуара.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены для обеспечения дополнительного понимания настоящего изобретения и которые составляют часть этого описания, иллюстрируют варианты выполнения изобретения и вместе с описанием помогают объяснить принципы изобретения. На чертежах:

фиг. 1а-с изображают схематическую иллюстрацию иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 2а-с изображают схематическую иллюстрацию другого иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 3а-с изображают схематическую иллюстрацию другого иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 4а-с изображают схематическую иллюстрацию еще одного иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 5а, 5b изображают схематическую иллюстрацию еще одного иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 6 представляет собой схематическую трехмерную проекцию иллюстративного варианта выполнения устройства, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 7а, 7b изображают схематические иллюстрации в разрезе, показывающие геометрию блокиратора пены, выполненного в соответствии с изобретением;

фиг. 8 представляет собой схематическую иллюстрацию флотационной линии, выполненной в соответствии с изобретением.

Подробное описание изобретения

Теперь будет сделана подробная ссылка на варианты выполнения настоящего изобретения, примеры которых проиллюстрированы на прилагаемых чертежах.

Приведенное ниже описание раскрывает некоторые варианты выполнения с такой детализацией, что специалист в данной области техники может использовать узел, применение, линию и способ на основе настоящего описания. Не все этапы вариантов выполнения обсуждаются подробно, так как многие из этих этапов будут очевидны для специалиста в данной области техники на основании этого описания. Чертежи представлены не в пропорции, и при этом многие компоненты флотационного узла 10 и флотационной линии 50 для ясности не показаны. Прямое направление потока пульпы 1 показано на чертежах стрелками.

Для простоты номера позиций будут сохраняться в последующих иллюстративных вариантах выполнения в случае повторяющихся компонентов.

На фиг. 1-6 резервуар 11 флотационного узла 10 принимает поток пульпы, т.е. поток пульпы 1, содержащей частицы руды, воду и флотационные химические вещества, такие как химические реагенты для сбора и флотационные реагенты, не предназначенные для сбора. Молекулы химического коллектора прилипают к поверхностным областям на частицах руды, имеющих требуемый минерал, который должен всплыть в процессе адсорбции. Требуемый минерал действует как адсорбент, тогда как химический коллектор действует как адсорбат. Молекулы химического коллектора образуют пленку на участках требуемого минерала на поверхности частицы руды, которая должна всплывать. Как правило, требуемый минерал представляет собой ценный минерал, содержащийся в частице руды. При обратной флотации минерал может представлять собой не представляющую ценность часть пульпы, собираемую таким об-

разом из концентрата ценного материала. Например, при обратной флотации железа частицы силикато-содержащей руды всплывают, а ценные частицы железосодержащей руды отбираются из нижнего продукта или хвостов.

Молекулы химического коллектора имеют неполярную часть и полярную часть. Полярные части молекул коллектора адсорбируются на участках поверхности частиц руды, имеющих ценные минералы. Неполярные части являются гидрофобными и поэтому отталкиваются от воды. Отталкивание заставляет гидрофобные хвосты молекул коллектора прилипать к пузырькам флотационного газа. Примером флотационного газа является атмосферный воздух, вводимый, например, продувкой, сжатием или откачкой во флотационный узел 10 или резервуар 11 флотационного узла 10. Достаточное количество адсорбированных молекул коллектора на достаточно больших площадях поверхности ценного минерала на частице руды может стать причиной прикрепления частицы руды к пузырьку флотационного газа. Это явление можно назвать минерализацией. При низкой минерализации к пузырькам флотационного газа прикрепляется количество частиц руды, которое меньше оптимального, что приводит к хрупкой пене и к проблемам с извлечением требуемых частиц руды из пенного слоя в кромку для перелива пены и в желоб для сбора пены.

Частицы руды прикрепляются или прилипают к пузырькам газа, образуя агломераты из газовых пузырьков и частиц руды. Эти агломераты поднимаются на поверхность флотационного резервуара 11 в самой верхней части резервуара 11 благодаря плавучести пузырьков газа, а также благодаря непрерывному восходящему потоку пульпы, вызванному механическим перемешиванием и/или подачей пульпы 1 в резервуар 11. Пузырьки газа образуют слой пены 3, и пена 3, собранная на поверхности пульпы в узле 10 пенной флотации, содержащей агломераты из газовых пузырьков и частиц руды, выпускается из флотационного узла 10 в качестве верхнего продукта через кромку 121а для перелива пены в желоб 21 для сбора пены.

Собранный верхний продукт 1b пульпы может быть направлен на дальнейшую обработку или собран в качестве конечного продукта, в зависимости от местоположения во флотационной линии, в котором собирается верхний продукт 1b. Дальнейшая обработка может включать любые необходимые технологические этапы для повышения качества продукта, например измельчение и/или очистку. Можно обеспечить возможность вытекания хвостов в виде нижнего продукта 1а через выпускное отверстие к последующей флотационной камере и, наконец, выхода из процесса в виде скопления или конечного остатка.

Сначала пульпу 1 вводят в переливной флотационный узел 10, в котором пульпу 1 обрабатывают путем введения флотационного газа в пульпу с помощью источника 12 газа (см. фиг. 4а, 5b), который может представлять собой любое традиционное средство подачи газа. Например, газ может быть подан в резервуар через перемешивающее устройство 14 (фиг. 1а-4а) или в резервуар без перемешивающего устройства через впускные отверстия для газа (фиг. 5b), как в случае колонной флотационной камеры. Флотационный газ может быть введен в резервуар 11. Флотационный газ может быть введен в пульпу в отдельном резервуаре 11а для предварительной обработки, еще до введения пульпы 1 во флотационный резервуар 11b, как в случае камеры двойной флотации (фиг. 5а).

Пульпа может перемешиваться механически перемешивающим устройством 14, т.е. резервуар 11 содержит перемешивающее устройство 14, которое может представлять собой, например, мешалку роторно-статорного типа, расположенную во флотационном резервуаре 11 (фиг. 1а, 2а, 3а), или с помощью насоса 14, 12 в так называемом самоотсасывающем резервуаре, как показано на фиг. 4а (насос действует как перемешивающее устройство 14 и как источник 12 газа), или с использованием любого другого типа механического перемешивания, известного в уровне техники. Во флотационном резервуаре 11, в вертикальном направлении флотационного резервуара 11, также может быть установлена одна или несколько вспомогательных мешалок.

В одном варианте выполнения узла 10 пенной флотации, как показано на фиг. 1а, резервуар 11 имеет центр 111 и периметр 110, а также первый желоб 21 для сбора пены, содержащий первую кромку 121а для перелива пены, обращенную к центру 111 резервуара 11. Первый желоб 21 для сбора пены может быть расположен по периметру 110 резервуара 11.

Второй желоб 22 для сбора пены, содержащий первую кромку 122а для перелива пены, также обращенную к периметру 110 резервуара, расположен внутри первого желоба 21 для сбора пены. Между первым желобом 21 для сбора пены и вторым желобом 22 для сбора пены установлен блокиратор 31 пены. Более конкретно, блокиратор 31 пены расположен между первой кромкой 121а для перелива пены первого желоба 21 для сбора пены и первой кромкой 122а для перелива пены второго желоба 22 для сбора пены.

Блокиратор 31 пены может быть расположен и перемещен таким образом, чтобы он мог разделить открытую поверхность A_1 пены на две части A_{1a} , A_{1b} поверхности, одну часть A_{1a} открытой поверхности пены со стороны первой кромки 121а для перелива пены и одну часть A_{1b} открытой поверхности пены со стороны второй кромки 122а для перелива пены, так что две открытые пенные поверхности полностью разделены блокиратором (фиг. 1b); или так, чтобы две части A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены были частично разделены и имели проточное сообщение (фиг. 1c).

Узел 10 пенной флотации имеет площадь A пульпы, которая представляет собой эффективную площадь поверхности пены, т.е. максимально возможную площадь резервуара 11, на которой может образовываться пена, измеренную как площадь пульпы на высоте области 140 перемешивания, и которая в принципе доступна для образования пенного слоя 3.

Область 140 перемешивания зависит от типа флотационного резервуара и может представлять собой, например, флотационный резервуар 10, содержащий ротор 14, причем область 140 перемешивания определяется как средняя площадь поперечного сечения резервуара на высоте ротора (фиг. 1а, 2а, 3а). В самоотсасывающем резервуаре 10 (фиг. 4а) область 140 перемешивания определяется как средняя площадь поперечного сечения резервуара 10 на высоте насоса 14, 12. Во флотационном узле 10, в котором источник 12 газа для подачи газа в пульпу размещен в резервуаре 11а для предварительной обработки, еще до подачи пульпы во флотационный резервуар 11б, т.е. в резервуаре двойной флотации (фиг. 5а), область 140 перемешивания представляет собой площадь поперечного сечения на высоте впускного отверстия 100 для пульпы. Во флотационном резервуаре 10, в который газ 2 подается через распределители 12а подачи газа (подробно не показаны), т.е. в камере колонной флотации (фиг. 5б), область 140 перемешивания определяется как площадь поперечного сечения резервуара 10 на высоте распределителей 12а подачи газа.

Площадь A пульпы представляет собой объединенную площадь A_1 , A_2 , A_3 открытых поверхностей пены, образованных между любыми двумя кромками 121а, 122а для перелива пены и/или внутри кромки 122б для перелива пены. Площадь A пульпы может составлять не менее 15 м^2 . В одном варианте выполнения площадь A пульпы может составлять по меньшей мере, 40 м^2 . Например, площадь A пульпы может составлять от 40 до 400 м^2 . Например, площадь A пульпы может составлять 75, 100, 150, 360 м^2 .

Второй желоб 22 для пенной флотации может также содержать вторую переливную кромку 122б, обращенную к центру 111 резервуара 11. Может быть предусмотрен и второй блокиратор 32 пены, расположенный внутри второй переливной кромки 122б, как показано на фиг. 2а-с.

Первый желоб 21 для сбора пены может также содержать вторую переливную кромку 121б, обращенную к периметру 110 резервуара 11. Другими словами, первый желоб 22 для сбора пены может быть расположен на некотором расстоянии от периметра 110 резервуара 11, как можно видеть на фиг. 3а-с. Третий блокиратор 33 пены может быть расположен на периметре 110 резервуара 11 между периметром 110 и второй переливной кромкой 121б.

Третий желоб 23 для сбора пены может быть расположен по периметру 110 резервуара 11. Третий желоб 23 для сбора пены содержит первую кромку 123а для перелива пены, обращенную к центру 111 резервуара 11. Третий блокиратор 33 пены может быть расположен между первой переливной кромкой 123а третьего желоба 23 для сбора пены и второй переливной кромкой 121б первого желоба 21 для сбора пены (на чертежах не показаны).

Расстояние d между кромкой 121а, 121б, 122а, 122б, 123а для перелива пены и первой стороной а или второй стороной б блокиратора 31, 32, 33 пены составляет не более 500 мм. Предпочтительно расстояние d составляет от 100 до 500 мм, например 110, 175, 230, 295, 340, 400 мм.

Поэтому площадь A пульпы может состоять, например, из двух открытых поверхностей A_1 , A_2 пены (фиг. 1б, с и 2б, 4с), трех открытых поверхностей A_1 , A_2 , A_3 пены (фиг. 3б-с, 4б), четырех открытых поверхностей (на чертежах не показаны) пены, в зависимости от количества желобов 21, 22, 23 для сбора пены и их расположения, а также от количества переливных кромок 121а, 121б, 122а, 122б, 123а, а также от количества блокираторов 31, 32, 33 пены, расположенных между переливными кромками 121а, 121б, 122а, 122б, 123а или внутри переливной кромки 121б, 122б.

Открытая поверхность A_1 пены может быть разделена блокиратором 31 пены на две части (A_{1a} , A_{1b}), так что первая часть A_{1a} открытой поверхности пены образована со стороны первой кромки 121а для перелива пены, а вторая часть A_{1b} открытой поверхности пены образована со стороны второй кромки 122а для перелива пены, так что две части открытой поверхности пены полностью отделены друг от друга.

В этом случае блокиратор 31, 32, 33 пены может иметь форму непрерывного кольца (фиг. 1б, 2б, 3б, 4б).

Открытая поверхность A_1 пены может быть разделена блокиратором 31 пены на две части (A_{1a} , A_{1b}), так что первая часть A_{1a} открытой поверхности пены образована со стороны первой кромки 121а для перелива пены, а вторая часть A_{1b} открытой поверхности пены образована со стороны второй кромки 122а для перелива пены, так что две части открытой поверхности пены частично отделены и имеют проточное сообщение (см., например, фиг. 1с, 2с, 6).

В этом случае блокиратор 31, 32, 33 пены может содержать отдельные сегменты 31а, 31б, 31с кольца и места 34а, 34б, 34с разрыва (см. фиг. 6) между сегментами 31а, 31б, 31с, так что между частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены устанавливается проточное сообщение. Кольцевые блокираторы 31, 32, 33 пены или блокираторы пены, содержащие отдельные сегменты 31а, 31б, 31с кольца, могут перемещаться, как описано выше.

В качестве альтернативы блокиратор 31, 32, 33 пены может представлять собой сегмент резервуара 11, как можно видеть на фиг. 1с, 2с, 3с, 4с. Такое расположение может быть предпочтитель-

ным в узле 10 пенной флотации, в котором поперечное сечение резервуара 11 отклоняется от круговой формы, например, поперечное сечение является прямоугольным или частично прямоугольным. В цилиндрическом резервуаре 11, более конкретно, блокиратор 31, 32, 33 пены может представлять собой круговой сегмент 35a, 35b, 35c резервуара 11 (см. фиг. 2с).

Блокиратор 31, 32, 33 пены вышеупомянутого сегмента или кругового сегмента 35a, 35b, 35c может перемещаться вдоль поворотной оси x , так что положение первой вершины 301 может изменяться относительно центра резервуара. Поворотная ось x может быть параллельна хорде с резервуара 11.

Каждая из открытых поверхностей A_1 , A_2 , A_3 пены может быть разделена на части, соответственно A_{1a} , A_{1b} , в зависимости, опять же, от количества и расположения блокираторов 31, 32, 33 пены.

Площадь A_1 открытой поверхности пены может изменяться, так что соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, изменяется.

Соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем изменения вертикального положения блокиратора 31, 32, 33 пены относительно высоты H кромки 121a, 122a, 121b, 122b, 123a для перелива пены рядом с блокиратором 31, 32, 33 пены. В качестве альтернативы или дополнения соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем перемещения положения первой вершины 301 функционального треугольника 300 относительно кромки 121a, 122a, 121b, 122b, 123a для перелива пены рядом с блокиратором 31, 32, 33 пены.

В одном варианте выполнения соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, 32, 33, может изменяться путем перемещения блокиратора 31, 32, 33 пены вертикально относительно высоты H первой кромки 121a, 122a, 123a для перелива пены рядом с блокиратором 31, 32, 33 пены. В качестве альтернативы или дополнения соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, 32, 33, может изменяться путем перемещения положения первой вершины 301 функционального треугольника 300 относительно центра 111 резервуара 11.

Блокиратор 31, 32, 33 пены может быть выполнен с возможностью перемещения любым подходящим исполнительным механизмом или регулирующим узлом, известным в данной области техники, приводимым в действие, например, электродвигателем или гидравлическим или пневматическим транспортным оборудованием.

Блокираторы пены 31, 32, 33 могут иметь поперечное сечение в форме функционального треугольника 300 в радиальном направлении резервуара 11, как можно видеть на фиг. 7a-b. Функциональный треугольник 300 содержит первую вершину 301, направленную в сторону дна 112 резервуара 11, вторую вершину 302 и третью вершину 303. Верхняя сторона t функционального треугольника 300 образована линией, проведенной из второй вершины 302 к третьей вершине 303, в радиальном направлении в плоскости с горизонтальной линией, проходящей через центр 111 резервуара 11. Первая сторона a образована линией, проведенной из первой вершины 301 ко второй вершине 302. Сторона a обращена к кромке 121a пенной флотации рядом со второй вершиной 302. Вторая сторона b образована линией, проведенной из первой вершины 301 к третьей вершине 303. Сторона b обращена к кромке 122a пенной флотации, примыкающей к третьей вершине 303. В действительности блокиратор пены может иметь неровные стороны t , a , b , как можно видеть на фиг. 7b, из-за производственных факторов, таких как материалы или способы изготовления, но в действительности форма функционального треугольника 300 всегда может быть определена из поперечного сечения блокиратора 31, 32, 33 пены.

Блокиратор пены может быть изготовлен из пластмассы, металла или композитного материала любым подходящим способом изготовления.

Первый угол α образован между вертикальной линией n , проведенной из первой вершины 301 к верхней стороне t функционального треугольника 300, и первой стороной a . Первый угол α может составлять от 0 до 30°, например 2,5; 3,8; 5; 9,3; 15,5; 21,6; 27,2°.

Второй угол β образован между вертикальной линией n и второй стороной b . Второй угол β может составлять от 20 до 45°, например 21,5; 25; 31,2; 37,5; 40,3; 44,8°.

Функциональный треугольник 300 может иметь форму разностороннего треугольника с неравными сторонами a , b . В этом случае второй угол β по меньшей мере на 5°, предпочтительно по меньшей мере на 10° больше, чем первый угол α .

Узел 10 пенной флотации, описанный выше, может быть частью линии 50 пенной флотации (см. фиг. 8). Флотационная линия 50 представляет собой устройство для обработки пульпы 1 для отделения частиц руды, содержащей ценный металл, от частиц руды, взвешенных в пульпе, в нескольких проточно сообщающихся флотационных узлах 10, 51, которые могут быть любого обычного типа, известного специалисту в данной области техники. По меньшей мере один из флотационных узлов может быть узлом 10 пенной флотации, выполненным в соответствии с этим изобретением. Предпочтительно указанный по меньшей мере один узел 10 пенной флотации расположен в нижнем по потоку конце флотационной линии 50. Флотационная линия 50 может содержать по меньшей мере два традиционных флотационных узла 51a, 51b и/или по меньшей мере два дополнительных узла 10a, 10b пенной флотации, вы-

полненных с возможностью обработки пульпы 1 до ее подачи в узел 10 пенной флотации.

Линия 50 пенной флотации, содержащая по меньшей мере один узел 10 пенной флотации, выполненный в соответствии с настоящим изобретением, может быть использована для извлечения частиц минеральной руды, содержащих ценный минерал, из низкосортной руды. Более конкретно, линия 50 пенной флотации может быть использована для извлечения частиц минеральной руды, содержащих медь (Cu), из низкосортной руды. Количество Cu может составлять всего 0,1% от массы питания, т.е. подачи пульпы во флотационное устройство.

В способе пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе, пульпу 1 разделяют на нижний продукт 1a и верхний продукт 1b в узле 10 пенной флотации, выполненном в соответствии с настоящим изобретением. Открытую пенную поверхность A_1 флотационного резервуара 11 разделяют на две части A_{1a} , A_{1b} блокиратором 31 пены, расположенным между первой переливной кромкой 121a первого желоба 21 для сбора пены и первой переливной кромкой 122a второго желоба 22 для сбора пены, как описано выше в связи с узлом 10 пенной флотации. Указанные две части A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены могут быть полностью разделены блокиратором 31. В качестве альтернативы указанные две части A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены могут быть частично разделены и иметь проточное сообщение.

Площадь A_1 открытой поверхности пены может изменяться так, что соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, изменяется. Более подробно, соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем изменения вертикального положения блокиратора 31 пены относительно высоты H кромки 121a, 122a для перелива пены рядом с блокиратором 31 пены. В качестве альтернативы или дополнительно, соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем перемещения положения первой вершины 301 функционального треугольника 300 относительно кромки 121a, 122a для перелива пены рядом с блокиратором 31 пены.

В одном варианте выполнения соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем перемещения блокиратора 31 пены вертикально относительно высоты H первой кромки 121a для перелива пены рядом с блокиратором пены. В качестве альтернативы или дополнительно, соотношение между двумя частями A_{1a} , A_{1b} открытой поверхности пены, разделенными блокиратором 31, может изменяться путем перемещения положения первой вершины 301 функционального треугольника 300 относительно центра 111 резервуара 11.

В одном варианте выполнения блокиратор 31 пены может быть выполнен с возможностью перемещения вдоль поворотной оси x , так что положение первой вершины 301 может быть изменено относительно центра 111 резервуара 11.

Для специалиста очевидно, что по мере совершенствования технологии основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Изобретение и его варианты выполнения, таким образом, не ограничиваются описанными выше примерами, а могут варьироваться в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел (10) пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе (1), и для разделения пульпы на нижний продукт (1a) и верхний продукт (1b), причем узел пенной флотации содержит

резервуар (11), имеющий центр (111) и периметр (110);

источник (12) газа для введения флотационного газа (2) в пульпу для формирования пены (3) и

первый желоб (21) для сбора пены, имеющий первую кромку (121a) для перелива пены, обращенную к центру (111) резервуара (11),

причем площадь (A) пульпы узла пенной флотации, измеренная в области (140) перемешивания, составляет по меньшей мере 15 м^2 ,

отличающийся тем, что узел пенной флотации дополнительно содержит

второй желоб (22) для сбора пены, проходящий между указанным первым желобом (21) для сбора пены и центром (111) резервуара (11), причем указанный второй желоб для сбора пены имеет первую кромку (122a) для перелива пены, обращенную к периметру (110) флотационного резервуара (11); и

блокиратор (31) пены, расположенный между первой кромкой (121a) для перелива пены указанного первого желоба (21) и первой кромкой (122a) для перелива пены указанного второго желоба (22),

причем блокиратор (31) пены выполнен с возможностью разделения открытой поверхности (A_1) пены в резервуаре (11) на две части (A_{1a} , A_{1b}) и обеспечения проточного сообщения между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}).

2. Узел по п.1, отличающийся тем, что второй желоб (22) пенной флотации имеет вторую переливную кромку (122b), обращенную к центру (111) резервуара (11).

3. Узел по п.1 или 2, отличающийся тем, что с внутренней стороны второй кромки (122b) располо-

жен второй блокиратор (32) пены.

4. Узел по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что первый желоб (21) для сбора пены имеет вторую переливную кромку (121b), обращенную к периметру (110) резервуара (11).

5. Узел по п.4, отличающийся тем, что указанный резервуар также содержит третий желоб (23) для сбора пены, имеющий первую кромку (123a) для перелива пены, обращенную к центру указанного резервуара, и расположенный по периметру резервуара, при этом первый желоб (21) для сбора пены имеет вторую переливную кромку (121b), обращенную к периметру (110) резервуара (11), причем между первой кромкой (123a) для перелива пены указанного третьего желоба и второй кромкой (121b) для перелива пены первого желоба (21) для сбора пены расположен третий блокиратор (33) пены.

6. Узел по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что первый желоб (21) для сбора пены расположен по периметру (110) резервуара (11).

7. Узел по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что поперечное сечение блокиратора (31) пены в радиальном направлении резервуара (11) представляет собой функциональный треугольник (300), содержащий первую вершину (301), направленную ко дну (112) резервуара (11), вторую вершину (302) и третью вершину (303), так что образованы верхняя сторона (t), проведенная из второй вершины (302) к третьей вершине (303) и радиально в плоскости с горизонтальной линией, проведенной через центр (111) резервуара (11), первая сторона (a), проведенная из первой вершины (301) ко второй вершине (302) и обращенная к кромке для перелива пены вблизи второй вершины (302), и вторая сторона (b), проведенная из первой вершины (301) к третьей вершине (303) и обращенная к кромке для перелива пены вблизи третьей вершины (303).

8. Узел по п.7, отличающийся тем, что блокиратор (31) пены имеет форму, обеспечивающую возможность сбалансировать нагрузку пены (3) между частью (A_{1a}) открытой поверхности пены на первой стороне (a) функционального треугольника (300) и частью (A_{1b}) открытой поверхности пены на второй стороне (b) функционального треугольника (300).

9. Узел по п.7 или 8, отличающийся тем, что первый угол (α), образованный между вертикальной линией (n), проведенной из первой вершины (301) к верхней стороне (t) функционального треугольника (300), и первой стороной (a), составляет от 0 до 30° .

10. Узел по п.9, отличающийся тем, что второй угол (β) между вертикальной линией (n) функционального треугольника (300) и второй стороной (b) составляет от 20 до 45° .

11. Узел по п.10, отличающийся тем, что функциональный треугольник (300) представляет собой разносторонний треугольник, в котором второй угол (β) по меньшей мере на 5° , предпочтительно по меньшей мере на 10° больше первого угла (α).

12. Узел по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что площадь открытой поверхности (A_1) пены может быть изменена таким образом, что соотношение между двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, изменяется.

13. Узел по п.12, отличающийся тем, что соотношение между двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, может быть изменено путем изменения вертикального положения блокиратора (31) пены относительно высоты (H) кромки (121a, 122a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены и/или путем перемещения положения первой вершины (301) функционального треугольника (300) относительно кромки (121a, 122a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены.

14. Узел по п.12, отличающийся тем, что соотношение между двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, может быть изменено путем перемещения блокиратора (31) пены по вертикали относительно высоты (H) первой кромки (121a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены и/или путем перемещения положения первой вершины (301) функционального треугольника (300) относительно центра (111) резервуара (11).

15. Узел по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что соотношение между двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, может быть изменено путем перемещения блокиратора (31) пены вертикально относительно высоты (H) первой кромки (121a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены.

16. Узел по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что блокиратор (31) пены содержит отдельные сегменты (31a, 31b, 31c) кольца и места (34a, 34b, 34c) разрыва между указанными сегментами, так что между частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены образовано проточное сообщение.

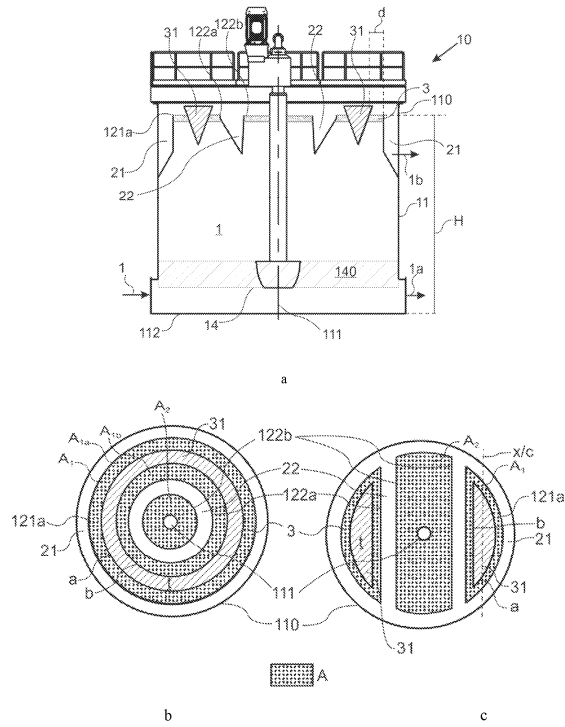
17. Узел по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что блокиратор (31, 32, 33) пены представляет собой сегмент резервуара (11).

18. Узел по п.17, отличающийся тем, что блокиратор (31, 32, 33) пены представляет собой круговой сегмент (35a, 35b, 35c) резервуара (11).

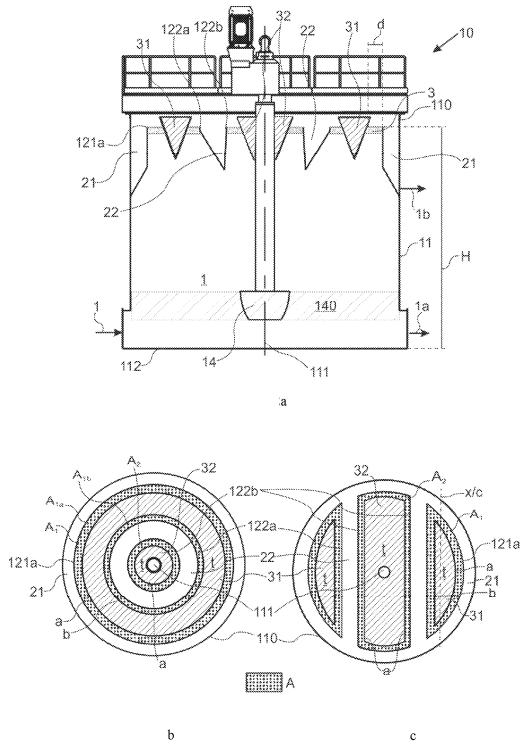
19. Узел по п.17 или 18, отличающийся тем, что блокиратор (31, 32, 33) пены выполнен с возможностью перемещения вдоль поворотной оси (x), так что положение первой вершины (301) относительно центра (111) резервуара (11) может быть изменено.

20. Узел по п.19, отличающийся тем, что поворотная ось (x) параллельна хорде (c) резервуара (11).

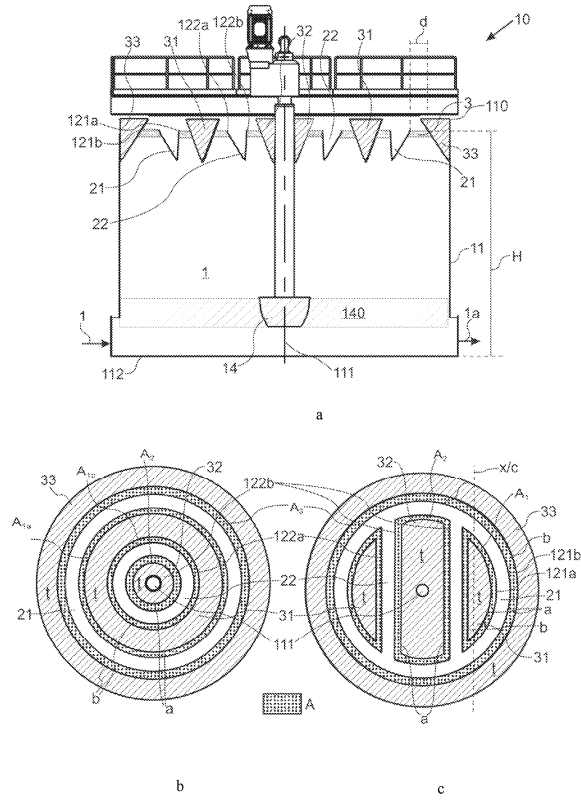
21. Узел по любому из пп.1-20, отличающийся тем, что источник (12) газа расположен в резервуаре (11).
22. Узел по любому из пп.1-21, отличающийся тем, что указанный резервуар содержит перемешивающее устройство (14).
23. Узел по п.22, отличающийся тем, что указанное перемешивающее устройство содержит источник (12) газа.
24. Узел по любому из пп.1-23, отличающийся тем, что площадь (A) пульпы, измеренная в области (140) перемешивания, составляет по меньшей мере 40 м^2 .
25. Узел по любому из пп.1-24, отличающийся тем, что расстояние (d) между кромкой (121a, 121b, 122a, 122b) для перелива пены и первой стороной (a) блокиратора (31, 32, 33) пены или второй стороной (b) блокиратора пены составляет не более 500 мм, предпочтительно от 100 до 500 мм.
26. Флотационная линия (50), содержащая по меньшей мере один узел (10) пенной флотации, выполненный по любому из пп.1-25.
27. Флотационная линия (50) по п.26, отличающаяся тем, что узел (10) пенной флотации расположен на нижнем конце флотационной линии.
28. Флотационная линия (50) по п.26 или 27, отличающаяся тем, что она содержит по меньшей мере два традиционных флотационных узла (51a, 51b) и/или по меньшей мере два дополнительных узла (10a, 10b) пенной флотации, выполненных с возможностью обработки пульпы (1) перед ее обработкой в узле (10) пенной флотации.
29. Применение линии (50) пенной флотации, выполненной по любому из пп.26-28, для извлечения частиц минеральной руды, содержащих требуемый минерал.
30. Применение по п.29 для извлечения частиц минеральной руды, содержащих требуемый минерал, из низкосортной руды.
31. Применение по п.30 для извлечения частиц минеральной руды, содержащих Cu, из низкосортной руды.
32. Способ пенной флотации для обработки частиц минеральной руды, взвешенных в пульпе, в котором пульпу разделяют на нижний продукт (1a) и верхний продукт (1b) в узле (10) пенной флотации, выполненном по любому из пп.1-25.
33. Способ по п.32, отличающийся тем, что площадь открытой поверхности (A_1) пены изменяют таким образом, что соотношение между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31, 32, 33) пены, изменяется.
34. Способ по п.32 или 33, отличающийся тем, что соотношение между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, изменяют путем изменения вертикального положения блокиратора (31) пены относительно высоты (H) кромки (121a, 122a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены.
35. Способ по любому из пп.32-34, отличающийся тем, что соотношение между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, изменяют путем перемещения положения первой вершины (301) функционального треугольника (300) относительно кромки (121a, 122a) для перелива пены рядом с блокиратором (31) пены.
36. Способ по любому из пп.32, 33, отличающийся тем, что соотношение между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, изменяют путем перемещения блокиратора (31) пены вертикально относительно высоты (H) первой кромки (121a) для перелива пены рядом с блокиратором пены.
37. Способ по любому из пп.32-35, отличающийся тем, что соотношение между указанными двумя частями (A_{1a} , A_{1b}) открытой поверхности пены, разделенными блокиратором (31) пены, изменяют путем перемещения положения первой вершины (301) функционального треугольника (300) относительно центра (111) резервуара (11).
38. Способ по любому из пп.32-37, отличающийся тем, что блокиратор (31) пены выполнен с возможностью перемещения вдоль поворотной оси (x), так что положение первой вершины (301) может быть изменено относительно центра (111) резервуара (11).



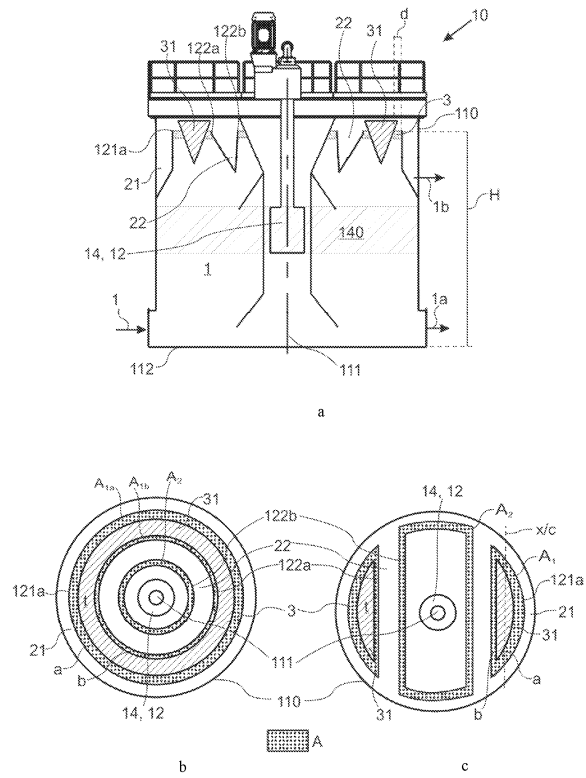
Фиг. 1



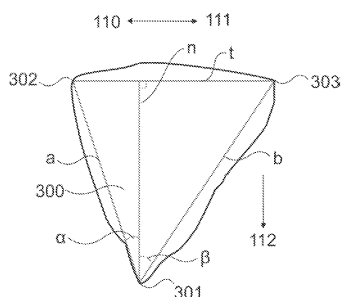
Фиг. 2



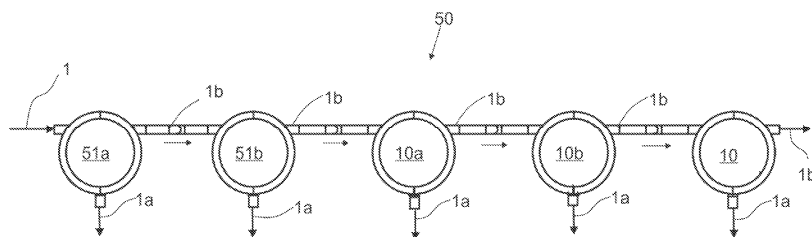
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 7b



Фиг. 8

